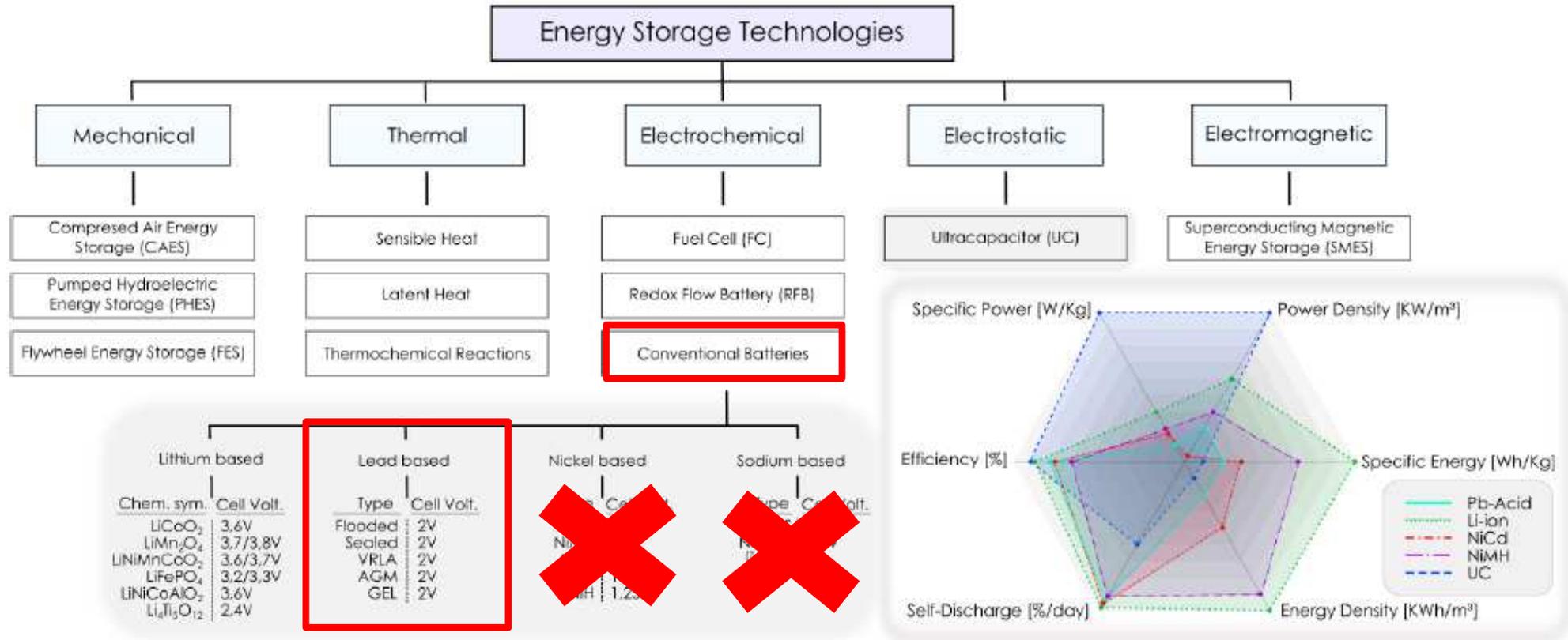


# Baterías de plomo-ácido

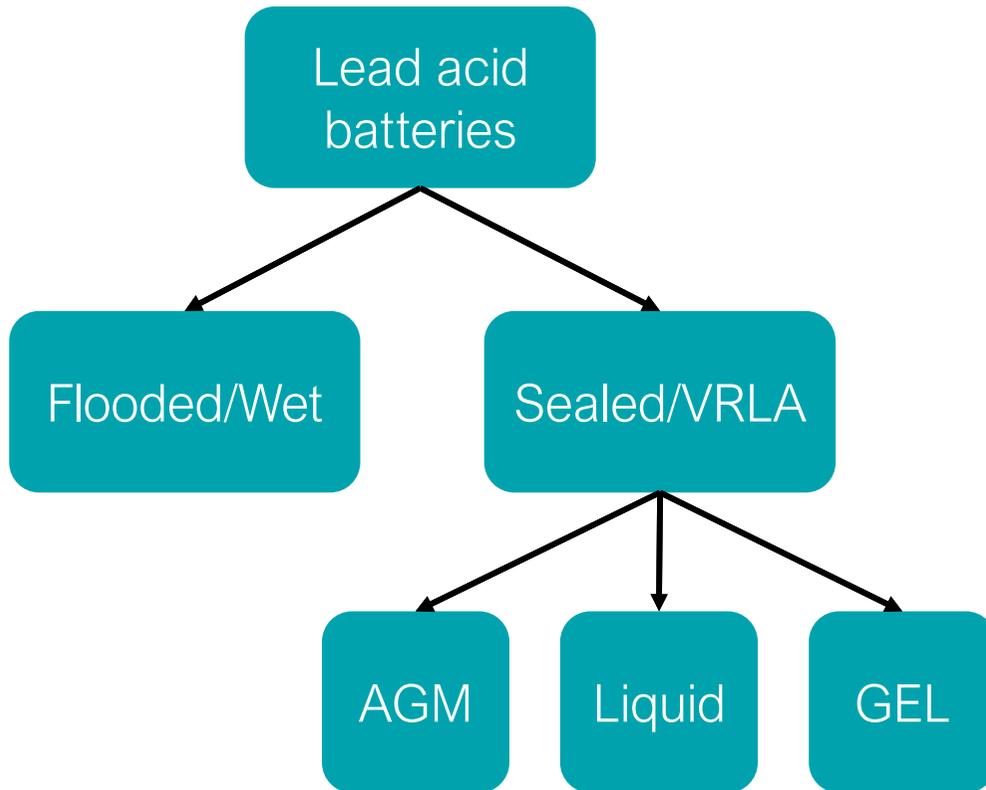
# Índice

- Tecnología de plomo ácido
  - Mapa de sistemas de almacenamiento de energía.
  - Tipos de baterías de plomo ácido.
  - Composición de las celdas
  - Principio de funcionamiento de las celdas.
  - Baterías de plomo ácido de ciclo profundo
  - ¿Cómo fabricamos baterías? Fabricación de baterías
  - Degradación y mantenimiento de baterías de plomo ácido.
  - Seguridad
- Resumen
- Bibliografía

# Mapa de sistemas de almacenamiento de energía.



# Tipos de baterías de plomo ácido.



## EN GENERAL

- Tanto las baterías de plomo ácido abiertas como las selladas son similares en términos de materiales y ciclabilidad.
- La principal diferencia está en el mantenimiento.

## BATERÍA DE PLOMO ÁCIDO ABIERTA

- Las baterías de plomo-ácido abiertas requieren de agua con bastante frecuencia, requieren ecualización periódica y verificar la gravedad específica del electrolito.
- Además, las baterías de plomo-ácido abiertas generan hidrógeno, por lo que necesitarás un sistema de ventilación activo para sacarlo de la habitación.

## BATERÍA DE ÁCIDO PLOMO SELLADA

- Las baterías selladas no requieren mantenimiento.
- El punto malo de las baterías selladas es exactamente ese: no se pueden mantener, por lo que normalmente su vida útil es más corta en comparación con la batería abierta.

# Tipos de baterías de plomo ácido.



<https://www.youtube.com/watch?v=uFWfGODJw0g>

# Composición de las celdas

- *Electrodo positivo:* el cátodo suele estar fabricado de dióxido de plomo. (  $\text{PbO}_2$  )
- *Electrodo negativo:* el ánodo suele estar fabricado de plomo metálico. (Pb)
- *Electrolito:* generalmente elaborado a partir de agua y ácido sulfúrico. (  $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4$  )
- El plomo puro está contenido en una rejilla de plomo-calcio o plomo-antimonio.
- El cátodo de dióxido de plomo es una placa sólida que se inserta en una envoltura que realiza la función de separador y conductor iónico. El separador está fabricado de un material de polietileno microporoso.
- El contenedor de la batería está fabricado en polipropileno, material que soporta el ácido sulfúrico que conforma el electrolito.

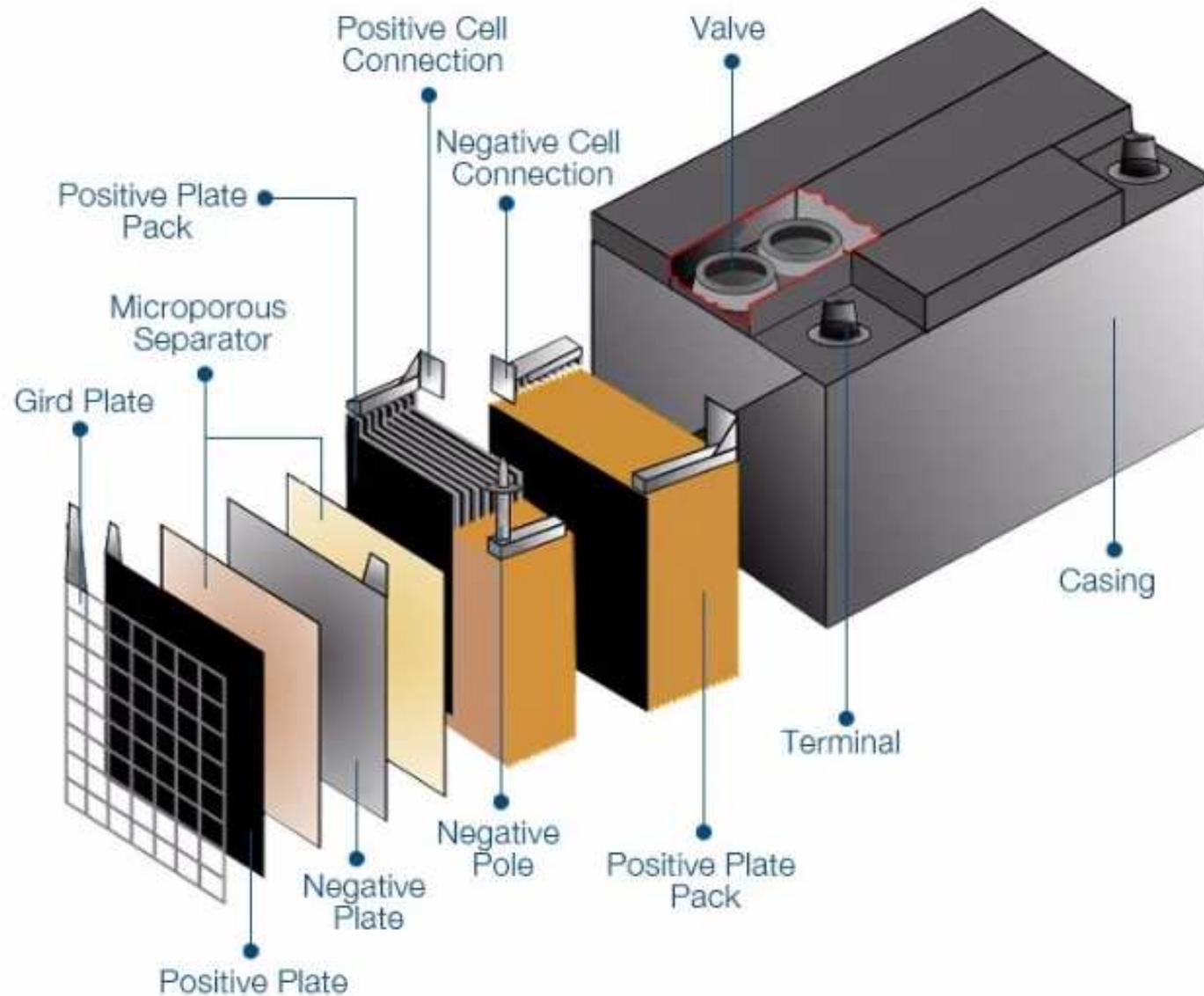


# Composición de las celdas



<https://www.youtube.com/watch?v=Fo2xwTF0VTU>

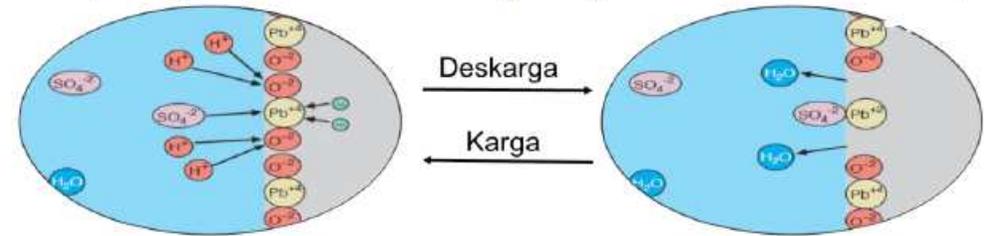
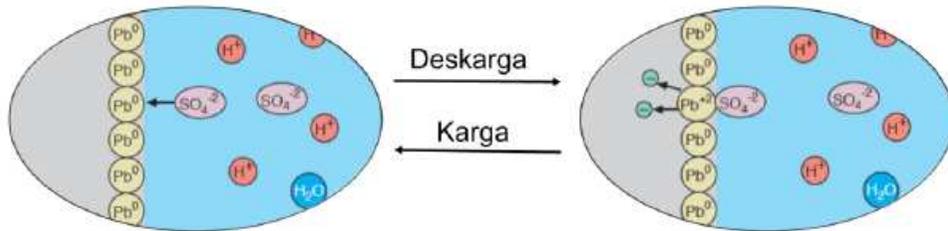
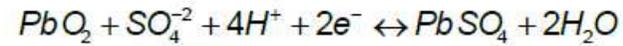
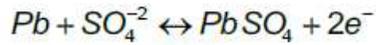
# Composición celular



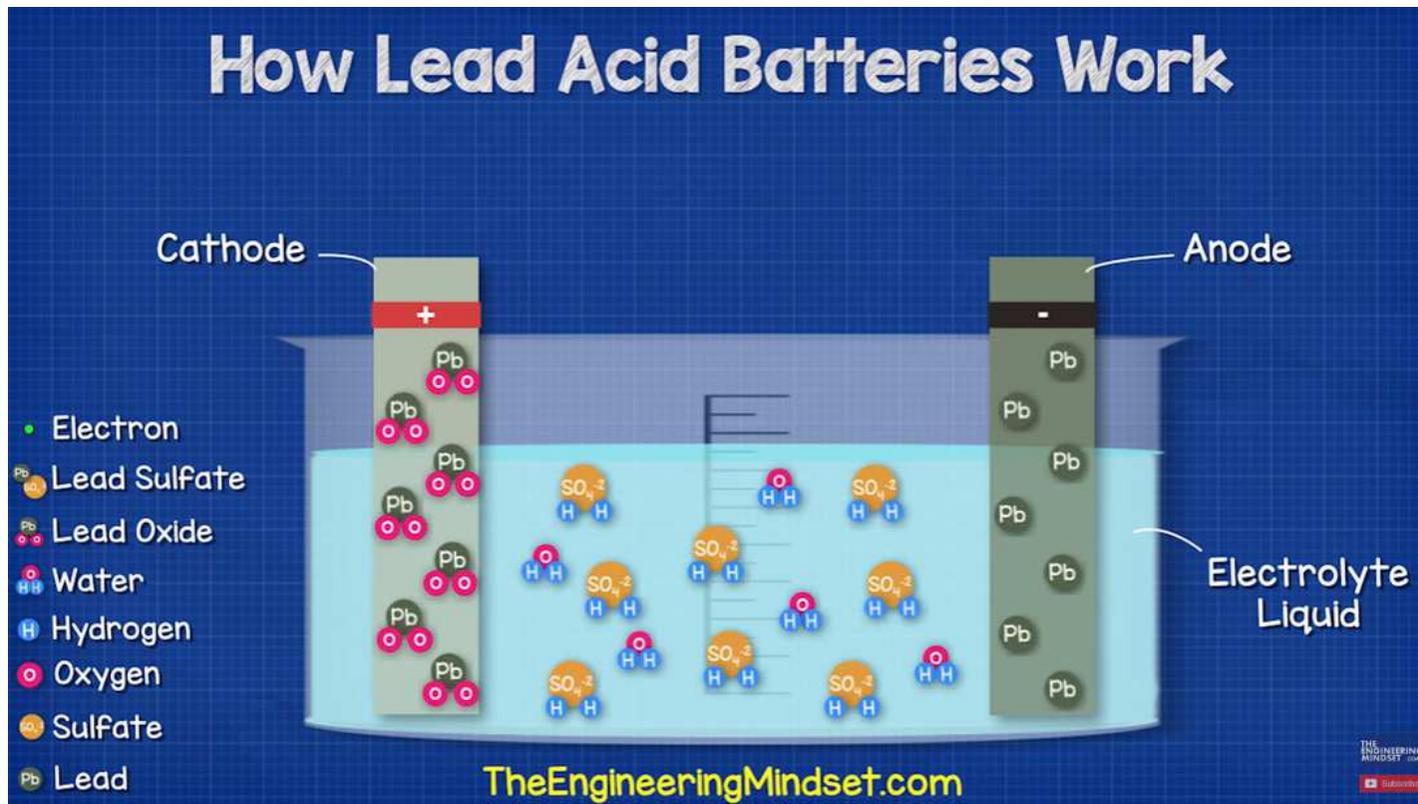
# Principios de funcionamiento de las células .

Ánodo

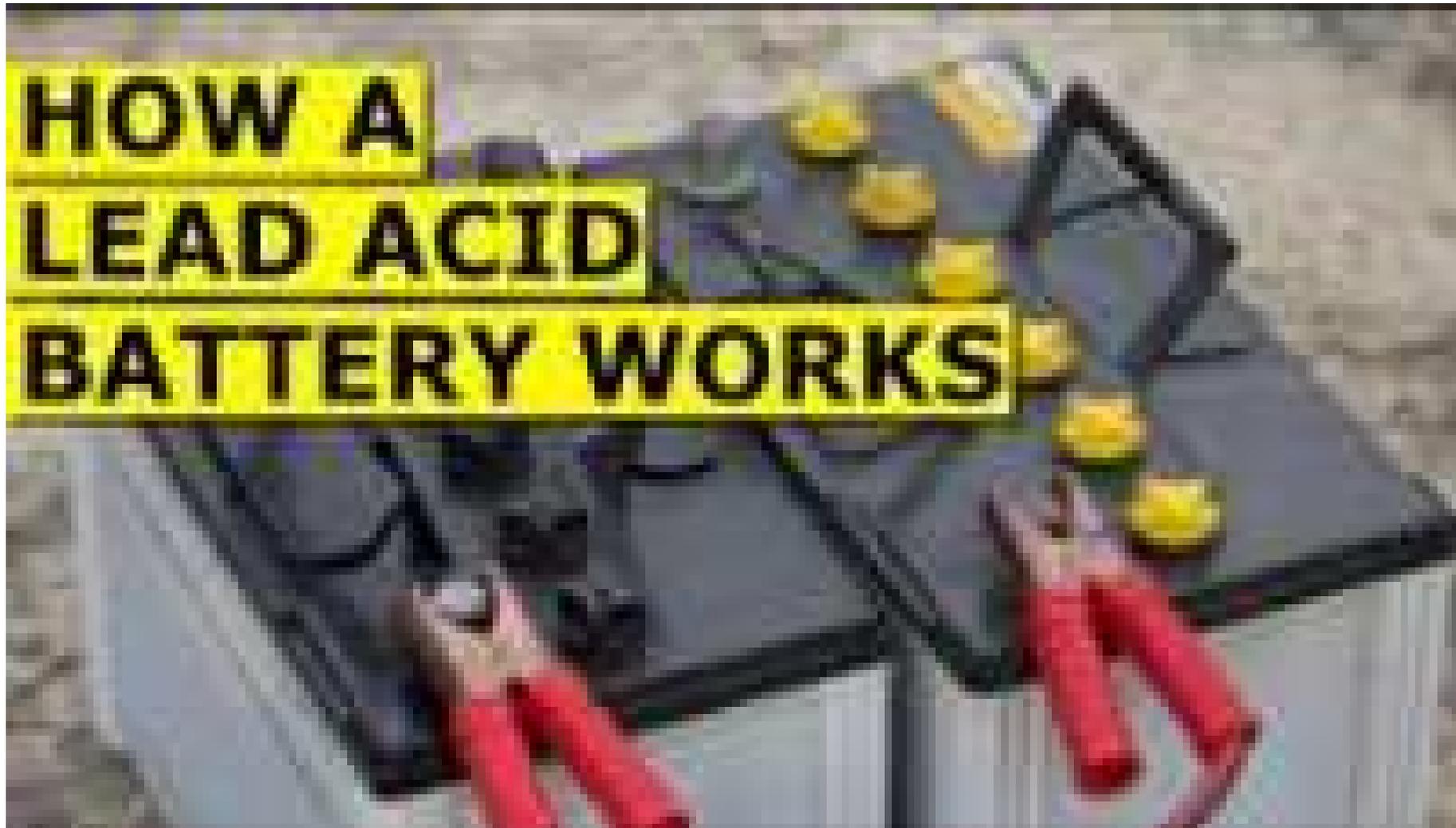
Cátodo



## How Lead Acid Batteries Work



# Principio de funcionamiento de las celdas.



<https://www.youtube.com/watch?v=hObLxIXJPPM>

# Baterías de plomo ácido de ciclo profundo

- ¿Qué diferencia a una batería de ciclo profundo?
  - Coste, las baterías de ciclo profundo son más caras que las baterías de plomo-ácido normales. ¿Pero por qué?
  - Las baterías de plomo ácido normales proporcionan energía durante segundos, como el arranque de un automóvil con motor de combustión. Sin embargo, las baterías de ciclo profundo proporcionan poca energía pero durante largos períodos de tiempo.
  - Si realizamos un ciclo profundo de una batería de plomo ácido normal, podemos envejecer la baterías rápidamente debido al estrés mecánico y, para evitarlo, hay varias mejoras que podemos hacer en las celdas:
    1. Placas más gruesas, más plomo, productos más caros. \$
    2. Enrollando los electrodos. (empresa EnerSys) \$
    3. Realizar las placas de forma diferente, estructura tubular. \$
    4. Cambiando el separador en lugar de las placas. Material de fibra de vidrio empapado en electrolito que da lugar a baterías AGM. (Absorbed glass mat) ✓ \$
    5. Sin embargo, las baterías AGM no son las mejores si sufren movimientos fuertes. Para evitarlo, los investigadores cambiaron el AGM por un electrolito de gel que conducía a las baterías de GEL. ✓ \$\$\$



# Baterías de plomo ácido de ciclo profundo



[https://www.youtube.com/watch?v=e\\_May8MXy14](https://www.youtube.com/watch?v=e_May8MXy14)

# ¿Cómo fabricamos baterías? Fabricación de baterías



<https://www.youtube.com/watch?v=69O8H9diTvw>

# Degradación y mantenimiento de baterías de plomo ácido.

<https://batteryuniversity.com/article/bu-804-how-to-prolong-lead-acid-batteries>

Las baterías de plomo-ácido envejecen por 4 razones principales:

- **Corrosión y derramamiento**, No se puede evitar pero sí limitar.
  - Reducir la profundidad de la descarga o DoD.
  - Evitando la sobrecarga.
  - Controlar la temperatura de trabajo evitando temperaturas elevadas.
- **La sulfatación** es la formación de pequeños cristales depositados sobre las placas negativas reduciendo el contenido de material activo.
  - Este fenómeno ocurre cuando la batería no está completamente cargada. Maximice el tiempo de carga a 14-16 horas si es posible.
  - Si los cristales ya se han generado una sobrecarga (15-16 voltios para baterías de 12 voltios) aumentando la temperatura de la batería a 50°C-60°C puede romper los cristales.
- **Estratificación (electrolito líquido)** , concentración desigual de ácido en la batería.
  - Hacer un movimiento de sacudida o inclinar la batería de lado.

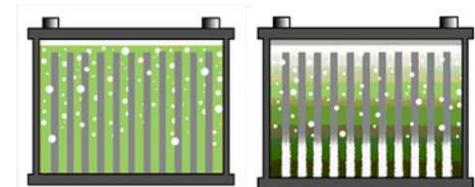


Figure 1: Normal battery<sup>[1]</sup>

Figure 2: Stratified battery<sup>[1]</sup>

# Degradación y mantenimiento de baterías de plomo ácido.

<https://batteryuniversity.com/article/bu-804-how-to-prolong-lead-acid-batteries>

Entonces, para mantener y extender la vida útil de sus baterías de plomo ácido debe:

- Baterías abiertas:
  - Utilice agua destilada o desionizada y agréguela cuando la batería esté cargada. Es posible que en algunas regiones se pueda utilizar agua del grifo.
  - Ecualice sus celdas y verifique periódicamente la gravedad específica del electrolito.
  - Nunca permita que el electrolito caiga por debajo de la parte superior de las placas. Las placas expuestas se sulfatan y se vuelven inactivas. Cuando esté bajo, agregue solo suficiente agua para cubrir las placas expuestas antes de cargar. Llene siempre hasta el nivel correcto después de la carga.
  - Nunca agregue ácido. Esto aumentaría demasiado la gravedad específica y provocaría una corrosión excesiva.
- Baterías selladas:
  - Mantenga siempre cargado el ácido plomo. Evite el almacenamiento por debajo de 2,07 V/celda.
  - Deje una carga completamente saturada de 14 a 16 horas.
  - Evite descargas profundas. Cuanto más profunda sea la descarga, menor será la duración de la batería.
  - Si aparece sulfatación intenta sobrecargar tu batería pero ten cuidado ya que esto puede provocar corrosión, debe ser algo controlado.

# Degradación y mantenimiento de baterías de plomo ácido.

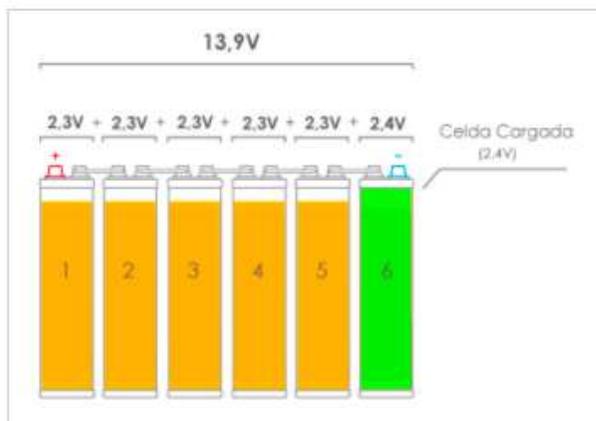
## Ecualización, sólo en baterías abiertas

- Con el uso de la batería las tensiones entre celdas pueden presentar diferencias.
- Diferencias de 20mV/celda en circuito abierto representan una diferencia del 10% de capacidad.
- Para medir la tensión en circuito abierto, es necesario que la corriente por la batería sea nula y dejar un largo periodo de reposo, entre 6 y 24 horas, para que la tensión de las celdas se estabilice.
- Un método más rápido consiste en medir la gravedad específica del electrolito de cada una de las celdas mediante un densímetro.
- La gravedad específica relaciona la densidad de una sustancia respecto al agua y es adimensional. Celda cargada  $\approx 1,3$ ; Celda descargada  $\approx 1,10$
- Diferencias de gravedad específica entre celdas  $>0,03$  indican desequilibrio. Necesario aplicar un proceso de ecualización.

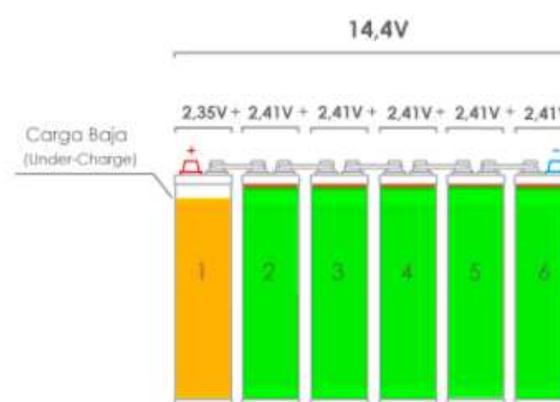
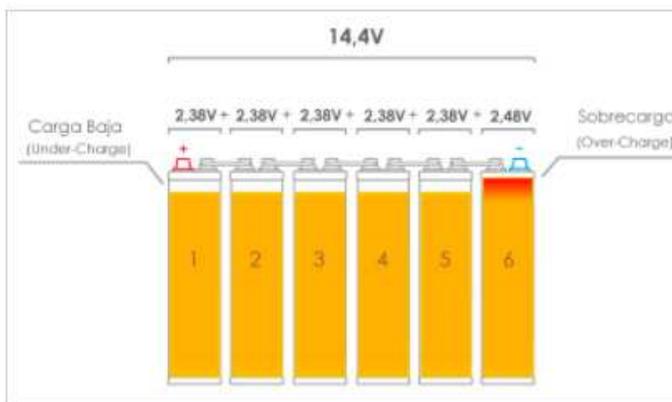
# Degradación y mantenimiento de baterías de plomo ácido.

## Necesidad de ecualización (causas)

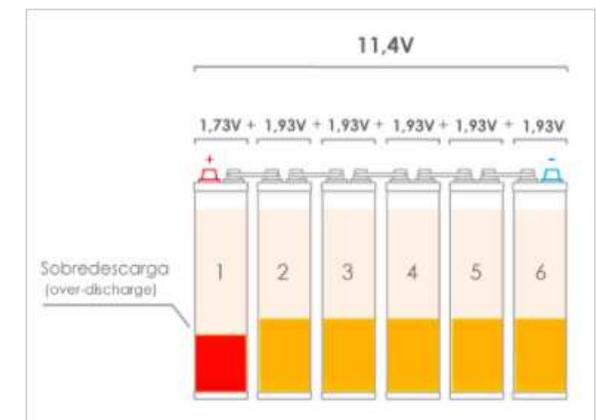
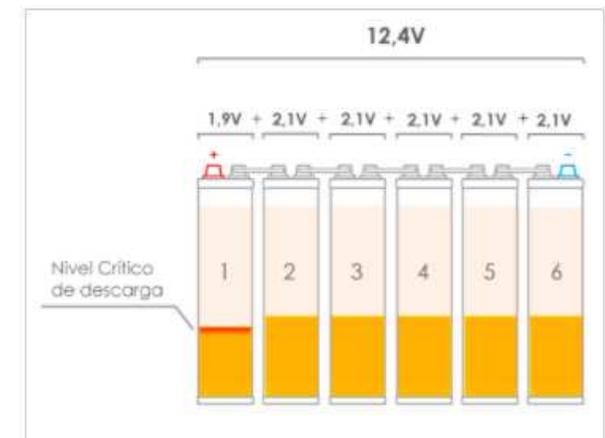
Sobrecarga de las celdas  
(Over-charge)



Carga baja de las celdas  
(Under-charge)



Sobre descarga de las  
celdas (Under-discharge)

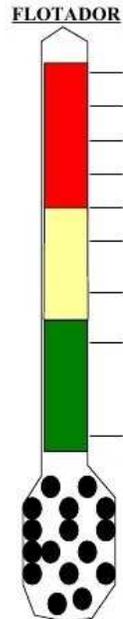


<https://www.monsolar.com/blog/por-que-son-necesarias-las-ecualizaciones-en-las-baterias-solares/>

# Degradación y mantenimiento de baterías de plomo ácido.

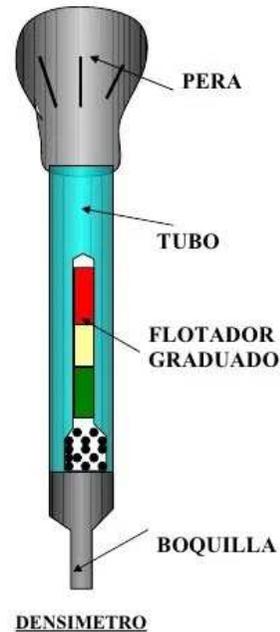
## Ecuación, medida

### DENSIMETRO

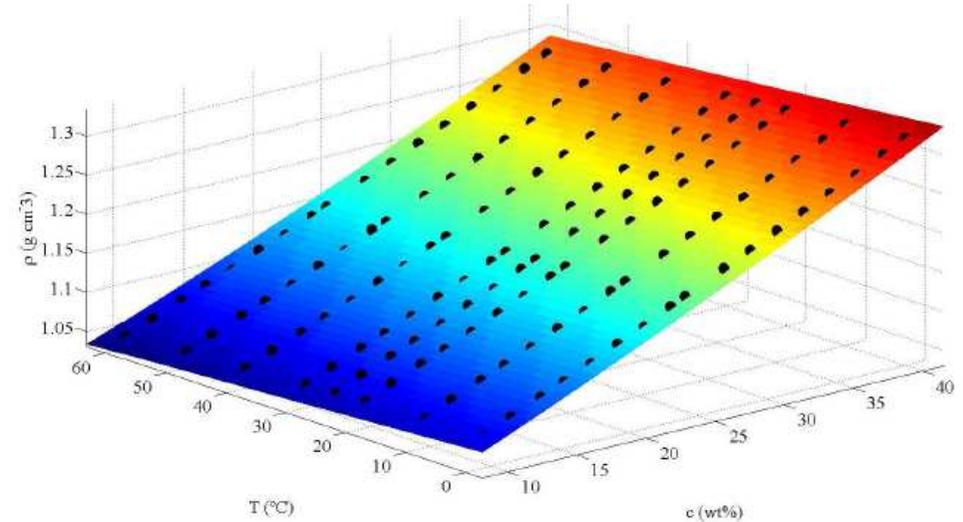


EL DENSIMETRO ES UNA ESPECIE DE GOTARIO CON EL CUAL SE EXTRAE LIQUIDO DESDE EL INTERIOR DE LOS VASOS DE LA BATERIA, EN SU INTERIOR TIENE UN FLOTADOR GRADUADO DE 1.300 MAXIMO Y 1.100 MINIMO

AL SACAR ELECTROLITO DESDE EL VASO, EL FLOTADOR SE LEVANTARA DEPENDIENDO DE LA CONCENTRACION DE ACIDO QUE CONTENGA EL LIQUIDO, LO CUAL CORRESPONDERA A LA CANTIDAD DE CARGA QUE TENGA LA BATERIA



La densidad del electrolito varía con la concentración y la temperatura



- Gases
  - El hidrógeno se libera en las baterías abiertas y una concentración superior al 2% puede resultar peligrosa. La habitación debe estar ventilada adecuadamente para evitar ambientes peligrosos.
- Thermal runaway
  - En baterías selladas mantener la temperatura bajo control para evitarlo. Si la habitación está ventilada el riesgo se minimiza.

# Resumen

- Comprenda la diferencia entre baterías abiertas y selladas.
- Materiales utilizados para este tipo de baterías, su composición.
- Comprender el principio de funcionamiento y saber explicarlo.
- ¿Cómo podemos hacer una batería de ciclo profundo a partir de una batería de plomo ácido normal?
- Fabricación e industria de baterías.
- Degradación, por qué ocurre y los factores de estrés.
- ¿Cómo podemos reducir la degradación y hacer un mantenimiento adecuado a las baterías abiertas?
- Seguridad, lo importante para trabajar en modo seguro.

# Bibliografía

- Algunos vídeos de youtube
- <https://batteryuniversity.com/article/bu-804-how-to-prolong-lead-acid-batteries>



**Mondragon  
Unibertsitatea**

Faculty of  
Engineering

Eskerrik asko  
Muchas gracias  
Thank you

**Unai Iraola**

uiraola@mondragon.edu